生物性肥料在有機洋香瓜應用研究

黃瑞彰[1,*]、江汶錦[2]

摘要

菌根菌在作物育苗期接種是最經濟最有效率的時期，但菌根菌使用時，必須配合適當的肥料量，方能使菌根菌效果顯著。目前並無市售添加菌根菌之育苗介質，本計畫擬透過合理有機土壤與肥培管理，配合微生物肥料使用，健康土壤與作物，提昇瓜果類產量與品質，以達到永續農業利用及降低有機栽培生產成本。不同配方介質與菌種對洋香瓜育苗之菌根苗感染率，發現菌根感染以細椰纖：蛭石混合感染率最高 55.4%，泥炭：蛭石次之，而以泥炭：蛭石加蚓糞堆肥最低，感染率僅 43.4%。生長勢以泥炭：蛭石與蚓糞堆肥最優，細椰纖：蛭石最低，亦發現以細椰纖與蛭石為介質作物生長勢低於泥炭：蛭石，此可能為此細椰纖與蛭石配方養分含量較低所致。進行不同育苗介質試驗調查顯示植株生長勢，以接菌+蚓糞堆肥處理最高，未接菌處理最低，並進行植體採樣分析，以瞭解處理養分吸收情形，由葉片分析資料顯示蚓糞堆肥與接菌+蚓糞堆肥兩處理鉀離子濃度較未接菌處理低；接菌、蚓糞堆肥與接菌+蚓糞堆肥三處理之鈣與鎂濃度較未接菌處理高，鈉離子含量則以未接菌處理最高，其他三處理均有降低情形，此與作者前試驗接種菌根菌可以提昇甜瓜耐鹽分逆境能力。

關鍵詞：生物性肥料、菌根菌、蚓糞堆肥、洋香瓜、有機農業、根瘤線蟲。

前言

自然界中存在豐富之微生物資源，常將此種資源，利用在農作物生產，如將有益微生物接種在種子或施用在幼苗、土壤上，可增加植物營養要素之供應、提

---

[*] 通訊作者：jchuang@mail.tndais.gov.tw

[1] 農委會臺南區農業改良場副研究員。台灣 台南市。

[2] 農委會臺南區農業改良場助理研究員。台灣 台南市。

高土壤中養分之有效性、增進根系之生長與養分之吸收、保護根系及增進抗逆境能力等，均可稱之為 「微生物肥料」 應用 (楊 1990；古和黃 1994)。

農友大量施用農用化學物質造成土壤劣化與污染，影響土壤微生物多樣性，使生物制衡能力降低。土壤微生物是自然界中推動各種元素循環之最基層的生物。近年來，隨著生物技術的崛起，土壤微生物所扮演的角色日趨重要，目前國內已研發應用推廣之微生物肥料有根瘤細菌、溶磷菌及菌根菌等，根據試驗調查，豆類接種根瘤細菌或瓜類作物育苗接種叢枝菌根菌，皆可提高土壤營養分之供應及有效性，替代部份化學肥料，非但可節省肥料投入之成本，提高單位面積產量，增加農民收益，且可充分運用微生物資源，減緩農業生產對自然生態平衡及環境之衝擊 (楊 1990；黃 2009a)。

叢枝菌根菌 (arbuscular mycorrhizal fungi, AMF) 屬於接合菌綱 (Zygomycetes) 、繡球菌目 (Glomales)，是一種存在土壤中能與 90％陸地植物根部形成共生關係的有益真菌 (Smith & Read 1997)。叢枝菌根菌能促進作物生長與增加產量，可視為是一種生物性肥料 (Azcon & El-Atrash 1997；黃等 2010，2011)，尤其在一些逆境環境下菌根效果更為明顯 (Al-karaki 2000；Nzanza *et al*. 2012)。因此相較於一般減少環境壓力對作物生產的方法，為植物接種叢枝菌根菌似乎不失為另一較為便捷可行的自然方式。叢枝菌根菌是一類絕對共生菌 (obligately symbiotic fungi) ，要真正大量應用，必須先有適合之菌種與充足的接種源，並將接種工作導入正常的栽培生產程序中，其接種操作必須簡單，感染效率要高，且增產效果顯著，才能有足夠經濟效益 (鄔 2003)。自 1951 年代 Barbara Mossee 於英國開始倡導果樹的菌根研究以來，學者們即不斷探討利用菌根菌於農業生產上之可行性。在蔬菜方面，叢枝菌根菌無法感染十字花科蔬菜，且對生長期長、栽培面積大的作物，如茄科、葫蘆科等果菜類蔬菜應用潛能較高，這些作物大多均需育苗，呂 (1994) 及呂等 (1995) 指出，適當控制穴盤育苗條件可成功大量生產番茄及番椒菌根苗，鄔 (2003) 在其博士論文也指出，介質中混入 1/3 有機質肥料或每週施 1,000 倍之花寶四號溶液，能有效培育健壯的叢枝菌根苗。

蚓糞堆肥 (vermicomposting) 的製作技術已知為可將廢棄物藉由蚯蚓及微生物的作用，而轉變成無臭味且具較高植物養分、微生物生質量，土壤酵素和較低有害化合物的類似腐植質的產物 (Contrears-Ramos *et al*. 2005)。許多研究結果顯示

蚓糞堆肥有多重功能，可以刺激植物的營養吸收，促進植物的生長與根系的形成，有效提高植物的生產力與產量，對氮、磷、鉀具有吸附功能，可以緩慢且持續地提供植物養份，且蚓糞裏含有大量有益植物之放射菌及酵素。學者試驗顯示於甜瓜育苗介質添加適量蚓糞堆肥促進甜瓜幼苗發芽與生長 (Manh & Wang 2014)。

在臺灣推行有機蔬菜栽培，必須面對臺灣氣候的高溫多濕，因此面對頗多的挑戰與困難，包括針對適合有機栽培之蔬菜品種或種類的研究較少。一般有機栽培農戶偏好短期可採收的葉菜類蔬菜栽培為主，使消費者對有機農產品選擇相當有限，尤其在有機果菜類及長期蔬菜更是極為有限 (戴等 2012)。

甜瓜為臺灣重要經濟作物之一，常遭遇根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 為害，根部產生纍纍根瘤，阻礙地上部枝蔓之生長，影響產量與品質至鉅，尤見於砂質壤土之連作田。學者指出叢枝內生菌根高度形成的根段，可減少根瘤線蟲侵染的空間，減少線蟲所造成之傷害 (程等 2001)。

鑑於囊叢枝內生菌根菌與瓜果類作物有良好之親和性，易感染形成囊叢枝內生菌根，產生有益效應。因此，本計畫擬探討合理有機土壤肥培管理與生物性肥料使用，對洋香瓜生育影響評估，達到健康臺灣，優質農業的目標。

材料與方法

一、不同配方育苗介質添加叢枝菌根菌對作物育苗之影響

取洋香瓜種子播種於 104 格 ($3 \times 3 \times 4\ cm^3$) 穴盤中，不同配方介質包括瓜類育苗介質包括細椰纖 (coconut shell fiber, CSF)、泥炭 (peat moss, PM) 及蛭石 (vermiculite, V；廠牌：南海 2 號)；蚓糞堆肥 (Vermicompost, VC)。育苗介質處理為細椰纖：蛭石 (v/v；1:2) (2) 細椰纖：蛭石 (v/v；1:2) 與蚓糞堆肥，(3) 泥炭：蛭石 (v/v；1:2)，4.泥炭：蛭石 (v/v；1:2) 與蚓糞堆肥等 4 種；叢枝菌種為 *Glomus mosseae* 菌種，不接種為對照組。每穴處理接種量為 1 g 孢子土 (約 100 spores/g)，混合於介質，育苗二週後，每處理取 5 株苗檢測感染率與鮮、乾重。

二、不同配方育苗介質培育之洋香瓜穴盤菌根苗之田間栽培試驗

種植前先行採取土壤分析，進行施肥量調整，洋香瓜施肥量依據作物施肥手冊，施肥量(公斤／公頃) ：氮素 110-150、磷酐 210-250、氧化鉀 160-200。試驗品

種秋作為臺南 12 號，夏作為臺南 13 號，不同配方介質包括泥炭：蛭石 (v/v；1:1) 未接菌，泥炭：蛭石 (v/v；1:1) 接菌、泥炭：蛭石 (v/v；1:1) 加蚓糞堆肥與泥炭：蛭石 (v/v；1:1) 加蚓糞堆肥與接菌等 4 處理，叢枝菌種為 *Glomus mosseae* 菌種，不接種為對照組。每穴處理接種量為 1 g 孢子土 (約 100 spores/g)，混合於介質，試驗設計採逢機完全區集設計 (RCBD)，4 區集，每小區 21 m^2，株距 50 cm，40 株。調查項目包括植株生長勢、植體分析、果實產量與品質分析，土壤化學性分析調查。

三、分析方法

(一) 菌根感染率檢測

洋香瓜菌根苗根洗淨以 2.5% (w/v) KOH 軟化，再以 0.05% 酸性品紅 (fuchsin) 進行染色。染色後再以格子線法求其感染率 (吳和林 1998)。

(二) 土壤分析

土壤分析於臺南本場土壤肥料研究室進行導電度、pH、有機質含量及主要與次要元素測定。茲將分析方法敘述如下：

1. 導電度 (electrical conductivity) 測定

秤取樣品 15 g 放入小型玻璃杯內，加蒸餾水 75 ml (樣品與水之比為 1:5) 作成懸浮體，過濾後，以導電度計 (US597 型) 測定之 。

2. pH 測定

秤取樣品 15 g 加蒸餾水 75 ml (樣品與水之比為 1:5) 作成懸浮體，以 pH meter (TOA，HM-30V 型) 測定之。

3. 有機質含量測定：

秤取樣品 0.1 g 放入石英杯，加 1 滴 5% phosphate，在烘箱以 250℃ 烘 5 min 後以固體總有機碳分析儀測定 (TOC，吉偉儀器-SYSTEMATIC 型號: Model - 1020A，美國製) 。

4. P 的測定:以鉬藍法 (Bray No.1) 測定。

5. K、Ca、Mg 測定

以 Mehlich No. 3 抽出後以感應偶合電漿光譜儀 (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometer, ICP; JY ULTIMA 2)。

(三) 糖度檢測

榨汁後取汁液滴入以手持式糖度計 (廠牌：Master，日本製) 直接檢測。

(四) 鮮乾重檢測

新鮮和乾葉重量 (g)，新鮮和乾根重量 (g)。在 80℃烘箱中乾燥下 48 h (所需要的時間，以獲得恆定的重量) ，測定乾重。

(五) 植體分析方法參考 Methods of Soil Analysis (Bigham & Bartels 1996) 植體經 70℃ 烘乾 48 h。以磨碎機 (榮聰牌 RT-04，1200 W，25000RPM) 將樣品磨碎，養分總量分析，氮為烘乾粉碎後直接以元素分析儀 (Elementar vario EL Ⅲ) 進行測定，磷、鉀、鈣、鎂為取烘乾植體經濕式分解後， 磷以鉬藍法測定，鉀、鈣、鎂、鈉以感應電漿水譜儀 (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometer, ICP，JY ULTIMA 2) 測定之並以標準溶液校正。

結果與討論

一、不同配方栽培介質添加叢枝菌根菌對作物育苗之影響

菌根菌並沒有宿主專一性 (host specificity)，不同菌種與宿主植物間接種效益會隨組合不同而有所差異，因此宿主、菌種、生長環境的組合是菌種試驗首要考慮的條件 (吳和林 1988)。莊和程 (1999) 以河砂為介質混合不同比例的泥炭繁殖菌根菌，顯示泥炭混合量越高，菌根的感染率則愈低，孢子的產生也有相同的趨勢，且泥炭用量在 33 及 55% 的處理，甚至未有孢子產生。不同配方介質與菌種對洋香瓜育苗之菌根苗感染率，發現菌根感染以細椰纖：蛭石混合感染率最高 55.4 %，泥炭：蛭石次之，而以泥炭：蛭石加蚓糞堆肥最低，感染率僅 43.4% (表 1)。生長勢以泥炭：蛭石與蚓糞堆肥最優，細椰纖：蛭石最低，亦發現以細椰纖與蛭石為介質作物生長勢低於泥炭：蛭石，此可能為此細椰纖與蛭石配方養分含量較低所致 (表 2)。上述資料顯示兩育苗介質添加蚓糞堆肥菌根苗有較佳生長勢，而苗感染率均降低，可能因介質含較高養分影響菌根感染。

二、不同配方育苗介質培育之洋香瓜穴盤菌根苗之田間栽培試驗

菌根菌可從根毛侵入根部，並將菌絲伸出根外，菌絲可分解土壤中的有機物，並吸收無機養分、低分子有機物和水分，促進生長，提昇移植存活率，增加產量與品質 (楊 1990；吳和林 1998；Nzanza *et al*. 2012)。洋香瓜栽培已經在臺南及高

表 1. 不同配方介質與菌種對作物育苗之菌根苗感染率情形
Table 1. Lists infection rates of seedlings inoculated with AMF in differt growth medium over 4 weeks.

Inoculants	Colonization rate (%)
CSF：V (v/v;1:2) G.m	55.4 ± 3.3
CSF：V (v/v;1:2) G.m + VC	48.4 ± 2.8
PM：V (v/v;1:2) G.m	52.5 ± 3.1
PM：V (v/v;1:2) G.m + VC	43.4 ± 2.5

G.m: *Glomus mosseae*

表 2. 不同配方介質與菌根菌對作物育苗之植株生長情形
Table 2. Lists growth conditions of seedlings inoculated with AMF in differ growth medium

Inoculants	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
CSF：V (v/v;1:2) G.m	6.85 ± 0.15	0.75 ± 0.02
CSF：V (v/v;1:2) G.m + VC	10.6 ± 0.56	1.17 ± 0.06
PM：V (v/v;1:2) G.m	9.78 ± 0.21	1.08 ± 0.02
PM：V (v/v;1:2) G.m + VC	15.1 ± 0.82	1.66 ± 0.09

G.m: *Glomus mosseae*

雄地區應用菌根菌接種，獲得良好成效 (程等 1993，2001；黃 2004；黃等 2009b)，內生菌根植株能促進根群發育，增加根部對磷肥等要素之吸收能力，促進植株生長，與對照比較可提早七天開花結果與採收，並提高果品品質。惟黃等 (2010) 試驗其中一處接種菌根菌有負面效果產生，因土壤養分產生拮抗性，作物缺鎂導致葉片黃化，進而影響植株光合成產物產生。王 (2007) 指出叢枝體將菌本身用不完的水與養分送出至菌絲外，再由宿主細胞膜主動或被動吸收；而宿主植物葉片光合作用產物經篩管運送至根部，於皮層細胞具叢枝體處主動排出或滲漏至膜外之中間界面，再由叢枝體吸收作為菌根菌之碳素營養來源。因叢枝菌根菌需宿主植物提供光合產物，故任何影響光合產物的因素自然也會影響叢枝菌根發展與功能，當土壤與施肥管理不當均會影響接種菌根菌植株之效益。

秋作進行不同育苗介質試驗，調查顯示接種菌根菌與蚓糞堆肥可以促進洋香瓜幼苗生長勢 (圖 1)，秋作定植後植株生長勢，以接菌+蚓糞堆肥處理最高，未接菌處理最低 (表 3)，並進行植體採樣分析，以瞭解處理養分吸收情形，由葉片分析資料顯示蚓糞堆肥與接菌+蚓糞堆肥兩處理鉀離子濃度較未接菌處理低；接菌、蚓

糞堆肥與接菌+蚓糞堆肥三處理之鈣與鎂離子濃度較未接菌處理高，鈉離子含量則以未接菌處理最高，其他三處理均有降低情形，此與作者前試驗接種菌根菌可以提昇甜瓜耐鹽分逆境能力相符 (表 4)。調查果實產量與品質分析，果實產量與糖度均接菌+蚓糞堆肥處理最高，未接菌處理最低，分別高 9.4 % 與 0.6 °Brix (表 5)。

圖 1. 接種菌根菌與蚓糞堆肥可以促進洋香瓜幼苗生長勢 (右二起)

Fig 1. Inoculating arbuscular mycorrhiza and vermicompost promote the of growingmuskmelon (second from the right to left)

表 3. 不同介質處理對洋香瓜生育影響 (秋作)

Table 3. The influence of different growth medium on the arbuscular mycorrhizal muskmelon growth. (Autumn cropping)

Inoculants	Plant height (cm)	No. of leaf
未接菌	176 ± 4.5	22 ± 0.27
接菌	184 ± 8.7	22 ± 0.65
蚓糞堆肥	186 ± 8.7	23 ± 0.45
接菌+蚓糞堆肥	188 ± 5.2	23 ± 0.34

表 4. 不同介質處理對洋香瓜葉片元素之影響 (秋作)

Table 4. The influence of different growth medium on leaves mineral elements content of muskmelon plants. (Autumn cropping)

Inoculants	N ($g\ kg^{-1}$)	P ($g\ kg^{-1}$)	K ($g\ kg^{-1}$)	Ca ($g\ kg^{-1}$)	Mg ($g\ kg^{-1}$)	Na ($mg\ kg^{-1}$)
未接菌	45.4 ± 2.2	5.3 ± 0.1	39.0 ± 0.7	45.5 ± 5.1	8.0 ± 0.3	1,899 ± 71
接菌	45.0 ± 2.9	5.3 ± 0.0	38.8 ± 2.3	51.0 ± 6.7	9.0 ± 0.4	1,702 ± 82
蚓糞堆肥	44.9 ± 2.6	5.3 ± 0.4	34.3 ± 0.8	50.0 ± 1.7	9.3 ± 0.7	1,429 ± 123
接菌+蚓糞堆肥	45.6 ± 4.2	5.2 ± 0.2	32.5 ± 2.0	49. 2 ± 1.6	8.8 ± 0.2	1,416 ± 136

夏作進行不同育苗介質試驗調查植株生長勢，接菌+蚓糞堆肥 (70 g) 處理最高，未接菌處理最低 (表 6)。進行植體採樣分析資料顯示接菌與接菌+蚓糞堆肥兩處理之鉀與鈣離子濃度較未接菌處理高，鈉離子含量則以未接菌處理最高，其他三處理均有降低情形 (表 7) 。調查產量與果實品質分析，果實產量與糖度均接菌+蚓糞堆肥 (50 g) 處理最高，未接菌處理最低，分別高 7.2 % 與 0.9 °Brix (表 8)。

表 5. 不同介質處理對菌根洋香瓜產量與品質影響 (秋作)
Table 5. The influence of different growth medium on the arbuscular mycorrhizal muskmelon growth and yield and quality. (Autumn cropping)

Inoculants	Yields (kg/0.1ha)	Soluble solids (°Brix)
未接菌	2,119 ± 58	14.5 ± 0.27
接菌	2,184 ± 37	15.1 ± 0.12
蚓糞堆肥	2,269 ± 27	15.0 ± 0.15
接菌+蚓糞堆肥	2,319 ± 23	15.1 ± 0.18

表 6. 不同介質處理對洋香瓜生育影響 (夏作)
Table 6. The influence of different growth medium on the arbuscular mycorrhizal muskmelon growth. (Summer cropping)

Inoculants	Plant height (cm)	No. of leaf
未接菌	137 ± 6.7	18 ± 0.92
接菌	139 ± 2.3	18 ± 0.29
接菌+蚓糞堆肥 (50 g)	142 ± 3.0	19 ± 0.48
接菌+蚓糞堆肥 (70 g)	148 ± 3.0	19 ± 0.37

表 7. 不同介質處理對洋香瓜葉片元素之影響 (夏作)
Table 7. The influence of different growth medium on leaves mineral elements content of muskmelon plants. (Summer cropping)

Inoculants	N (g kg^{-1})	P (g kg^{-1})	K (g kg^{-1})	Ca (g kg^{-1})	Mg (g kg^{-1})	Na (mg kg^{-1})
未接菌	33.1 ± 2.6	5.1 ± 0. 3	33.2 ± 0.6	56.4 ± 1.8	12.0 ± 0.8	1,836 ± 92
接菌	35.7 ± 3.3	5.3 ± 0.2	36.0 ± 1.5	59.8 ± 1.9	11.9 ± 0.7	1,540 ± 106
接菌+蚓糞堆肥 (50 g)	33.9 ± 2.6	5.4 ± 0.4	34.3 ± 0.5	60.0 ± 1.7	12.2 ± 0.7	1,429 ± 123
接菌+蚓糞堆肥 (70g)	33.7 ± 2.4	5.1 ± 0.2	33.2 ± 1.0	56.3 ± 1.4	12.5 ± 1.4	1,437 ± 107

表 8. 不同介質處理對菌根洋香瓜產量與品質影響 (夏作)
Table 8. The influence of different growth medium on the arbuscular mycorrhizal muskmelon growth and yield and quality. (Summer cropping)

Inoculants	Yields (kg/0.1ha)	Soluble solids (°Brix)
未接菌	3,620 ± 69	17.6 ± 0.2
接菌	3,800 ± 73	17.8 ± 0.3
接菌+蚓糞堆肥 (50 g)	3,880 ± 71	18.5 ± 0.5
接菌+蚓糞堆肥 (70 g)	3,750 ± 65	17.7 ± 0.4

結論

本試驗瞭解接種不同菌根菌與配方介質對不同作物感染及苗期生育健化情形並進一步瞭解定植穴植盤菌根苗生長情形。不同配方介質與菌種對洋香瓜育苗之菌根苗感染率，發現菌根感染以細椰纖：蛭石混合感染率最高 55.4%，泥炭：蛭石次之，而以泥炭：蛭石加蚓糞堆肥最低，感染率僅 43.4%。生長勢以泥炭：蛭石與蚓糞堆肥最優，細椰纖：蛭石最低，亦發現以細椰纖與蛭石為介質作物生長勢低於泥炭：蛭石，此可能為此細椰纖與蛭石配方養分含量較低所致。

進行不同育苗介質試驗調查顯示植株生長勢，以接菌+蚓糞堆肥處理最高，未接菌處理最低，並進行植體採樣分析，以瞭解處理養分吸收情形，由葉片分析資料顯示蚓糞堆肥與接菌+蚓糞堆肥兩處理鉀離子濃度較未接菌處理低；接菌、蚓糞堆肥與接菌+蚓糞堆肥三處理之鈣與鎂離子濃度較未接菌處理高，鈉離子含量則以未接菌處理最高，其他三處理均有降低情形，此與作者前試驗接種菌根菌可以提昇甜瓜耐鹽分逆境能力相符，促進果實產量與品質。

誌謝

感謝研究助理施惠淇小姐協助田間管理與試驗記錄工作，及土壤肥料研究室同仁協助各項檢測分析，使得本試驗得以圓滿執行完成。

引用文獻

1. 王均琍。2007。菌根菌應用於經濟果樹之栽培。農業生技產業季刊 12:43-48。
2. 古德業、黃伯恩。1994。生物肥料在永續農業上之應用及展望。微生物肥料之開發與利用研討會專刊 pp.1-4 台灣省農業試驗所嘉義分所
3. 呂斯文。1994。囊叢枝菌根菌之無土介質接種，接種源生產及菌種篩選研究。國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。pp.172-191。
4. 呂斯文、張簡秀容、張喜寧。1995。利用穴植盤培育番茄菌根苗及其田間生長之反應。中國園藝41 (1):54-67。
5. 吳繼光、林素楨。1998。囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊。台灣省農業試驗所pp.54。
6. 莊明富、程永雄。1999。泥炭苔對叢枝菌根菌繁殖之影響。中華農學研究48 (4):64~70.
7. 程永雄、杜金池、鄭安秀、陳紹崇。1991。內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用。台灣農業 27:53-55。
8. 程永雄、莊明富、杜金池 1993 內生菌根菌 *Glomus clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估 中華農業研究 42 (1):74-84。
9. 程永雄、莊明富、蔡東篡。2001。洋香瓜囊叢枝內生菌根菌與根瘤線蟲之相互關係。植物病理學會刊 10:19-26。
10. 黃瑞彰、林晉卿。2009。微生物在蔬果生產之應用。生物科技產學論壇─生物製劑專刊。國立中興大學生物科技發展中心編印 pp.17-24。
11. 黃瑞彰、林晉卿、江汶錦、林經偉、卓家榮。2009。微生物在瓜果類作物生產之應用。臺南區農業專訊 70:13-17。
12. 黃瑞彰、林晉卿、陳紹崇。2010。內生菌根菌在洋香瓜生產之應用研究。臺南區農業改良場研究彙報 55:44-52。
13. 黃瑞彰、林晉卿、江汶錦、卓家榮、林經偉。2009。洋香瓜合理施肥。 豐年59(2):38-42。
14. 黃瑞彰、江汶錦、林經偉、卓家榮。2011。菌根菌的特性及田間應用技術。臺南區農業專訊 75:14-19。
15. 黃瑞彰、江汶錦。2017。生物性肥料在瓜果類作物生產的應用。豐年67 (10):90-95。
16. 黃瑞彰、黃圓滿、彭瑞菊、黃秀雯、陳昇寬、鄭安秀。2016。設施洋香瓜健康管理技術。臺南區農業改良場技術專刊 NO.166. 47頁。
17. 黃炤雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌。1972。臺灣植物寄生線蟲 中研院植物研究所專刊第一號 p. 61。
18. 楊秋忠。1990。微生物肥料的種類及其應用品質。農藥世界 81:33-35。
19. 楊秋忠。2004。土壤與肥料。農世股份有限公司。台中。551頁。
20. 鄔家琪。2003。叢枝菌根對設施蔬菜在環境逆境下生長之影響。國立臺灣大學園藝學

研究所碩士論文 pp.90-112。

21. 鄭安秀、黃圓滿、黃瑞彰、陳昇寬、彭瑞菊 2009。洋香瓜安全生產管理。臺南區農業改良場技術專刊 NO.137。25頁。
22. 戴振洋、蔡宜峰、蔡正宏、陳葦玲。2012。甜瓜有機養液栽培技術。2012年有機農業研究團隊研發成果研討會專刊。花蓮區區農業改良場編印。
23. Adams, P. 1992. Crop nutrition in hydroponics. Acta Hort. 323:289-305.
24. Al-Karaki, G. N, R. Hammad, and M. Rusan. 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress.Mycorrhiza 11:43-47.
25. Azcon, R. and F. El-Atrash. 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth, nodulation and N_2 fixation (^{15}N) in *Medicago sativa* at four salinity levels. Biol. Fertil. Soils 24:81-86.
26. Christian S. and J. Olave. 2012. Effect of symbiosis in the production of melon seedlings with arbuscular mycorrhizal fungi. IDESIA (Chile) Mayo-Agosto 30(2): 75-83.
27. Contrears-Ramos, S.M., E.M. Escamilla-Silva, and L. Dendooven. 2005.Vermicomposting of biosolids with cow manure and oat straw. Biol. Fertil.Soils 41:190-198.
28. Hussey, R. S., and Roncadori, R. W. 1977. Interactions of *Pratylenchus brachyurus* and an endomycorrhizal fungus on cotton. J. Nematol. 9: 270-271.
29. Joshi, R., A.P. Vig. 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L) . African Journal of Basic ＆ Applied Sciences, 3:117-13.
30. Manh, C. H, and and Wang, V, H. 2014. Vermicompost as an Important Component in Substrate: Effects on Seedling Quality and Growth of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) APCBEE Procedia 8:32–40
31. Nzanza, B., Marais, D., Soundy, P., 2012. Response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to nursery inoculation with *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi under field conditions. Acta. Agr. Scand. B-S P. 62, 209–215.
32. Sensoy, S., Bicer, S. and Unsal, H. 2013. Arbuscular Mycorrhizal Fugi Affect Seedling Growth of Melon Hybrid Cultivars. International Journal Agriculture ＆ Biology. 15 (2):392-394 .
33. Smith, S.E. and D.J.Read.1997. Mycorrhizal symbiosis,2nd ed.London, Uk:Acadeemic Press.pp.605.Smith, G. S. and R. W. Roncadori. 1986 Responses of three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi at four soil temperatures and their effects on cotton growth. New Phytol. 104:89-95.

Studies on Application of Biofertilizers in Production of Organic Muskmelons

Jui-Chang Huang[1,*] and Wen-Jin Jiang[2]

Abstract

Endomycorrhizae has been used is seedling nursery. However, this practice should be supplemented with appropriate amount of fertilizers. Now, no cultural medium or growth medium containing mycorrhiza is available on market. The experiment was attempted to develop appropriate composition of growth medium to low down the supplement of various amount of fertilizers. Results of muskmelon experiments indicated that best infection rate i.e.55.4% of the plants infected mycorrhiza was found in the growth medium containing coconut shell fiber (CSF): vermiculite (V), and the least in the medium with peat moss (PM): V with vermicompost i.e.43.4%. Best growth of muskmelon one month after planting was observed in the medium with PM: V with vermicompost plus inoculation of Gm inoculation, and lowest growth in the medium with CSF: V plus inoculation of Gm inoculation. Best growth of muskmelon one month after planting was observed in the medium with vermicompost plus inoculation of Gm , and without inoculation is the lowest. Another tests also showed that inoculation of Gm increased Ca^{2+} and Mg^{2+} absorption and decreased Na^{+} absorption. If the plants were inoculated, Na^{+} concentration was decreased, It means that inoculation may disturb absorption of Na^{+}. Demonstration areas through inoculation can promote nutrient absorption, reduced sodium ion uptake, if they were compared with the control group, but yields and total soluble solids increased.

Keywords: Biofertilizer; Mycorrhiza; Vermicompost; Organic agriculture; Muskmelon.

---

* Corresponding author, e-mail: jchuang@mail.tndais.gov.tw

1 Associate Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Tainan, Taiwan, ROC.

2 Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Tainan, Taiwan, ROC.